

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-315

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 平成2年(1990)1月5日

H 01 L 21/302
21/027
21/304

H

8223-5F

3 4 1 D

8831-5F
7376-5F

H 01 L 21/30

3 6 1 R

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全17頁)

⑰ 発明の名称 基板のレジスト除去洗浄方法

⑱ 特 願 昭63-37958

⑲ 出 願 昭63(1988)2月19日

優先権主張 ⑳ 昭62(1987)11月28日㉑ 日本(JP)㉒ 特願 昭62-301280

⑳ 発 明 者 船 吉 俊 充 滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

㉑ 発 明 者 新 原 薫 滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

㉒ 出 願 人 大日本スクリーン製造株式会社 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

㉓ 代 理 人 弁理士 杉 谷 勉

明 細 書

1. 発明の名称

基板のレジスト除去洗浄方法

2. 特許請求の範囲

(1) 基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給または紫外線照射の少なくともいずれか一方を行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する第1過程と、

第1過程の後に、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給することにより基板表面の無機物を洗浄除去する第2過程と、

基板の高速回転により基板上の洗浄液を液切り乾燥する第3過程

とを含むことを特徴とする基板のレジスト除去洗浄方法。

(2) 基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給または紫外線照射の少なくともいずれか一方を行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する第一過程と、

第一過程の後に、基板を回転させながら基板表

面にレジスト剝離液を供給することにより基板表面の残留レジスト膜を剝離除去する第二過程と、

第二過程の後に、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給することにより基板表面の無機物を洗浄除去する第三過程と、

基板の高速回転により基板上の洗浄液を液切り乾燥する第四過程

とを含むことを特徴とする基板のレジスト除去洗浄方法。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、半導体ウエハ、ガラス基板、セラミック基板等(本明細書ではこれらを総称して「基板」と表現する)の表面に付着しているレジスト膜を分解除去し、かつレジスト膜に付着および混入している無機物をも除去する基板のレジスト除去洗浄方法に係り、特に基板を回転させながら洗浄する方法に関する。

<従来の技術>

従来、例えば、特開昭61-224320号公報に記載

されているように、基板を回転するとともに上下方向に揺動させ（必要に応じて基板を加熱し）ながら、基板表面に紫外線を照射することにより、基板表面に付着している有機質汚染物質（以下、単に有機物ともいう）を除去する乾式の洗浄方法が知られている。

この乾式の洗浄方法においては、照射した紫外線によって付着有機物の分子結合を解離するとともに、照射経路中の酸素を紫外線により2次的にオゾンに変換し、前記の解離した分子をオゾンによって酸化し CO_2 、 H_2O 等に変化させて基板から分離する。

また、特開昭51-67921号公報に記載されているように、基板を超音波洗浄槽に浸漬し、次に基板を回転させながらブラシスクラビングして基板表面に付着している無機質汚染物質（以下、単に無機物ともいう）を除去する湿式洗浄方法を実行した後、基板を回転させながら紫外線を照射することにより有機物を除去する乾式洗浄方法を実行するという方法が知られている。

日に広く分散混入している微細な金属粒子C等の無機物を除去することがきわめて困難である。

本発明の目的は、レジスト膜やレジスト膜に付着した無機物の除去はもとより、レジスト膜内にめり込んだり、レジスト材にもともと分散混入してレジスト膜内に分散している金属粒子等の無機物をも除去できるようにすることにある。

<課題を解決するための手段>

本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、本発明の第1の基板のレジスト除去洗浄方法は、

基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給または紫外線照射の少なくともいずれか一方を行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する第1過程と、

第1過程の後に、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給することにより基板表面の無機物を洗浄除去する第2過程と、

基板の高速回転により基板上の洗浄液を液切り

この場合、無機物の背後に隠れている有機物の塵埃を除去するために、まず、湿式洗浄方法によって無機物を除去することにより無機物の背後の有機物を露出させ、その後、乾式洗浄方法により前記の露出した有機物をも除去するものである。
<発明が解決しようとする課題>

しかしながら、上記いずれの従来例の場合も、有機物の塵埃と、その有機物表面に付着した浮遊粉塵等の無機物の塵埃の除去には有効ではあっても、レジスト除去洗浄に適用すると、レジスト膜内にめり込んでいた無機物や、もともとレジスト中に分散混入してレジスト膜内に広く分散した状態で含まれている金属粒子等の無機物を十分に除去することができず、洗浄完了後において、基板表面に金属粒子等の無機物が残留し基板の品質が低下するという問題があった。

すなわち、第10図に示すように、基板Aの表面に塗布されたレジスト膜Bの表面に付着している金属粒子C、を除去することはできるが、レジスト膜厚内にめり込んだ金属粒子C、やレジスト膜

乾燥する第3過程

とを含むことを特徴とするものである。

また、本発明の第2の基板のレジスト除去洗浄方法は、

基板を回転させながら加熱した状態で基板の表面に対しオゾン供給または紫外線照射の少なくともいずれか一方を行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する第一過程と、

第一過程の後に、基板を回転させながら基板表面にレジスト剝離液を供給することにより、湿式で、基板表面の残留レジスト膜を剝離除去する第二過程と、

第二過程の後に、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給することにより基板表面の無機物を洗浄除去する第三過程と、

基板の高速回転により基板上の洗浄液を液切り乾燥する第四過程、

とを含むことを特徴とするものである。

すなわち、第2の基板のレジスト除去洗浄方法は、第1の基板のレジスト除去洗浄方法における

第1過程と第2過程との間に上記の第二過程を実行するものである。

<作用>

第1の基板のレジスト除去洗浄方法の作用は、次のとおりである。

第1過程において、基板表面に対してオゾン供給または紫外線照射を行うに当たり、基板を加熱するから基板表面のレジスト膜の分解除去が促進される。また、基板を回転させながらオゾン供給または紫外線照射を行うので、レジスト膜の分解除去が基板表面の全面にわたって均一に、しかもレジスト膜に無機物が付着していたとしてもきわめて効率良く行われる。

この第1過程の終了後においては、基板表面に、それまでレジスト膜の表面に付着していたりその膜内にめり込んでいた無機物、およびレジスト膜内に分散混入していた金属粒子等の無機物が残留している。

しかし、第2過程において、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給するため、前記の残

レジスト等の分解除去の処理を開始する。ステップS2で基板に対する加熱を開始し、ステップS3で基板を回転させながら基板表面にオゾンを供給する。ステップS4でオゾン供給を継続するとともに紫外線を基板表面に照射する。ステップS5でオゾンの供給を停止するが、紫外線照射は所定時間にわたって継続する。所定時間の経過後、ステップS6で紫外線照射を停止する。

この第1方法に係る実施例では、第1過程が、基板表面にオゾンを供給する過程と、その次に基板表面にオゾンを供給しながら紫外線を照射する過程とを含んでいる。

以上により、基板表面のレジスト膜が分解除去される。ただし、基板表面には無機物が残留している。

レジスト膜の分解除去によって CO_2 、 H_2O 等のガスが発生するが、ステップS7で不活性ガスを導入することにより、不活性ガスとともにこれらのガスを排出除去する。ステップS8で基板の回転を停止し、ステップS9で乾式洗浄装置か

留している無機物も確実に洗浄除去されることとなる。

そして、第3過程において、基板を高速回転させ遠心力によって基板上の洗浄液を吹き飛ばすので基板が速やかに乾燥される(液切り乾燥)。

また、第2の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、第一過程(上記第1過程と同じ)の実行において基板表面に残留した、または残留させたレジスト膜をレジスト剥離液の供給によって湿式で剥離除去する過程(第二過程)を含むため、レジスト膜の分解除去が実質的に完璧に近いものとなる。

<実施例>

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1の基板のレジスト除去洗浄方法

第1図は第1の基板のレジスト除去洗浄方法(以下、単に第1方法という)のプロセスを示すフローチャートである。

ステップS1で基板を乾式洗浄装置に搬入し、

ら基板を搬出する。

以上のステップS1～S9が第1方法での構成にいう第1過程(乾式洗浄過程)に相当する。

続いてステップS10で基板を湿式洗浄装置に搬入する。

そして、第1方法ではステップS10からステップS11に移行し、基板を回転させながら基板表面に洗浄液を供給する。ステップS12で洗浄液の供給を停止し、あるいは、ステップS12を実行せずに、洗浄液の供給を続行したままでステップS13に進み、ステップS13で基板を回転させながら基板表面に紫外線を照射する。

この場合、洗浄液として、アンモニアと過酸化水素と純水の混合液を使用し、周波数が800 kHz以上の超音波振動を与えながら洗浄すると、微細粒子の除去に大きな効果がある。

なお、ステップS13は、紫外線を照射することにより、基板表面に残留している無機物を活性化して基板表面から分離しやすくするので、行う方が望ましいが、必ずしも行うことを要しない。

ステップS14で紫外線照射を停止し、あるいは、ステップS14を実行せずに紫外線照射を続行したままステップS15に進み、ステップS15で純水を基板表面に供給することにより活性化した無機物を洗浄除去する。

このステップS15では、純水に800kHz以上の周波数の超音波振動を与えることで洗浄除去の効果を高めるのが好ましい。

なお、ステップS14の紫外線照射の停止をなくし、ステップS15で紫外線照射を継続する場合に、水が分解した水酸化イオンと無機質イオン（例えば、ナトリウムイオン）とが結合して水酸化化合物（例えば、水酸化ナトリウム）となって純水により洗浄除去されるため、洗浄除去の効果を一層高めることができる。また、このステップS15で基板の回転を継続すると、さらに洗浄除去の効果が高められる。

以上のステップS11～S15が第1方法での構成にいう第2過程（湿式洗浄過程）に相当する。

以上により、基板表面に残留している無機物が

に相当する。

第1方法の場合にはステップS10の後、直ちにステップS11に移行したが（第1図参照）、第2方法ではステップS11に移行する前に、ステップS10-1、S10-2を実行する。

すなわち、第2方法においては、ステップS10-1で基板を回転させながら、基板表面にレジスト剝離液を供給することにより、第一過程（乾式剝離過程）で基板表面上に残留した、または残留させたレジスト膜を湿式で剝離除去する。レジスト剝離液としては、例えば、硫酸と過酸化水素等の混合液などを使用する。

この湿式剝離によって、基板表面上のレジスト膜を実質的に完璧に近い状態で分解除去することができる。

次のステップS10-2でレジスト剝離液の供給を停止し、次のステップS11に移行する。

以上のステップS10-1、S10-2が第2方法での構成にいう第二過程（湿式剝離過程）に相当する。第1方法では、この湿式剝離過程は行わな

洗浄除去される。ただし、基板には洗浄液、純水が付着している。

次いで、ステップS16で基板を高速回転させ遠心力により基板表面に付着している洗浄液、純水を吹き飛ばして基板を乾燥させる（スピンドライ）。このステップS16では、紫外線を照射することにより乾燥速度を速めることが好ましい。また、減圧によって水分の蒸発を促進するのもよい。

このステップS16が第1方法での構成にいう第3過程（回転乾燥過程）に相当し、無機質汚染物質はもとよりレジスト膜内に広く分散混入していた金属粒子等の無機物をも洗浄除去することができる。

第2の基板のレジスト除去洗浄方法

第2図は第2の基板のレジスト除去洗浄方法（以下、単に第2方法という）のプロセスを示すフローチャートである。

ステップS1からステップS10までは第1方法の実施例と同じである。ステップS1～S9が第2方法での構成にいう第一過程（乾式剝離過程）

い。

そして、第2方法ではステップS10からステップS10-1、S10-2を経てステップS11に移行する。ステップS11～S16は、第1方法と第2方法とで共通である。ステップS11～S15が第2方法での構成にいう第三過程（湿式洗浄過程）に相当し、ステップS16が第2方法での構成にいう第四過程（回転乾燥過程）に相当する。

次に、上記の第1方法、第2方法を実施する洗浄装置について説明する。

まず、第1過程（第一過程）を実行する乾式洗浄装置Xの構造について説明する。

第3図は基板の乾式洗浄装置Xの全体的な概略構成図、第4図は要部の拡大断面図、第5図は第4図におけるV-V線矢視の平面図、第6図は第4図におけるVI-VI線矢視の断面図である。

乾式洗浄装置Xの全体的な構造を主として第3図に基づいて説明する。

周壁部1aと底板部1bとからなる処理室1の内部にスピンドル2とリフター3とが設けら

れている。以下、この筒式洗浄装置Xにおける処理室1を第1処理室1と、また、スピનチャック2を第1スピンチャック2と記載する。

第1スピンチャック2の回転軸4は、鉛直方向に延び、第1処理室1の底板部1bに固定された軸受部5に回転のみ自在に支持されている。

回転軸4に固定されたプーリー6とモータ7の出力軸に固定されたプーリー8との間に伝動ベルト9が掛張されており、モータ7の駆動によって第1スピンチャック2が水平回転するように構成されている。第1スピンチャック2および軸受部5の具体構造については後述する。

軸受部5に上下動自在に外嵌された昇降プレート10に周方向等配の状態で立設された複数本（この実施例の場合は6本：第6図参照）のリフターロッド3aが基板Aのリフター3を構成している。リフター3の昇降機構については後述する。

第1処理室1を構成する隔壁部1aの上端外周にパッキング11のホルダー12が固着されている。第1スピンチャック2の上方には、上下動自在で

下降によってパッキング11に圧着することにより第1処理室1の上方開口部1cを閉じる蓋体13が配置されている。

第1処理室1、蓋体13および蓋体13の上方空間が、隔壁部14a、底板部14bおよび円錐状の天板部14cからなるハウジング14によって覆われている。天板部14cには透明材料製の窓14dが取り付けられ、外部からハウジング14の内部を観察できるようにしている。第1処理室1の底板部1bは、ハウジング14の底板部14bに嵌入し、かつ、気密的に連結されている。

ハウジング14の底板部14bの下面に取り付けられた複数の蓋体昇降用エアシリンダ15のピストンロッド15aの上端が蓋体13に連結されており、エアシリンダ15の伸縮によって蓋体13が上下動するように構成されている。第3図では、蓋体13が上昇し第1処理室1の上方開口部1cが開放された状態を示している。

蓋体13は、天板13aと、透明板13bと、上下に対向して流路13cを形成する2枚の石英製の薄板

13d、13e等から構成され、下側の石英製の薄板13eには流路13cに連通する多数のオゾン拡散孔13fが均一分布の状態で形成されている。

流路13cの一端端部にはオゾン導入口16が形成され、他側端部にはバージ用の不活性ガス導入口17が形成されている。蓋体13の下面には、蓋体13が下降したときに第1処理室1を密封するためにパッキング11に圧着する閉止用筒体18が取り付けられている。

透明板13bと上側の石英製の薄板13dとの間の空間には第1紫外線照射ランプ19が配置されており、この空間には図示しないランプ冷却手段（水冷式）が設けられている。

レジスト膜の分解除去効率を上げるためには、第1スピンチャック2上の基板Aと第1紫外線照射ランプ19との距離をできるだけ短くするのがよく、そうなるように閉止用筒体18の高さを定めてある。

蓋体13の天板13aには、基板Aからのレジスト膜の分解除去の完了を検出するための表面処理終

点検出手段20が取り付けられている。

この表面処理終点検出手段20は、基板Aに光を照射し、レジスト膜表面からの反射光と基板A表面からの反射光との干渉（位相のずれ）をもってレジスト膜の分解除去の状態を検知し、干渉がなくなったときに分解除去完了を検出するものである。

第1スピンチャック2の高さ位置に相当する箇所において、直径方向で対向する状態で基板搬入口21aと、基板搬出口21bとがハウジング14の隔壁部14aに形成され、上下スライドにより搬入口21a、搬出口21bを開閉するラック付きのシャッタ22a、22bと、各シャッタ22a、22bのラックに啮合するビニオンギヤ23a、23bと、各ビニオンギヤ23a、23bを駆動する図示しないモータとが設けられている。なお、シャッタ22a、22bのラックもビニオンギヤ23a、23bの歯部も図示を省略してある。

ハウジング14の隔壁部14aの外側において、基板搬入口21aを通して基板Aをハウジング14内に

搬入する基板搬入機構24aと、基板搬出機構24bを
通してハウジング14から外部に基板Aを搬出する
基板搬出機構24bとが設けられている。

これら基板搬入機構24aと基板搬出機構24bと
は同じ構造をもつもので、例えば、実開昭60-17
6548号公報に開示され、また、第7図にも示すよ
うに、モータ25と、モータ25の回転軸に取り付け
られた第1アーム26と、第1アーム26の遊端部に
回転自在に取り付けられた第2アーム27と、第1
アーム26の回転運動を伝達して第2アーム27を回
転させる伝動機構28と、第2アーム27の遊端部に
形成され、搬置した基板Aを吸着保持する真空チ
ャック口29等から構成されている。

30は酸素ポンプ、31はバルブ、32は流量計、33
はフィルタ、34はバルブ、35はオゾン発生器で、
オゾン発生器35から導出されたオゾン導入管36の
先端が上下の石英製の薄板13d、13e間に臨み、
前述のオゾン導入口16を形成している。

なお、例えば流量計32をオゾン発生器35のオゾ
ン出口側へ配設する等のように、オゾン導入口16

へオゾンを供給するための前記各種器の配置順は
変更してもよく、第3図に示した配置順に限定し
ない。

37は酸素等の不活性ガスのポンプ、38はバルブ、
39は不活性ガス導入管で、不活性ガス導入管39の
先端が上下の石英製の薄板13d、13e間に臨み、
前述の不活性ガス導入口17を形成している。

第1処理室1の隔壁部1aとハウジング14の周
壁部14aとの間にオゾンの排気チャンバ40が形成
され、この排気チャンバ40に連通する排気ダクト
41がハウジング14の外部に導出され、図示しない
ブロウに接続されている。

また、第1処理室1の下部に有孔板42が設けら
れ、この有孔板42と第1処理室1の底板部1bと
の間の空間部からレジスト膜の分解除去の際に発
生したCO₂、H₂O等のガスを排出する排気ダ
クト43が第1処理室1の外部に導出され、排気バ
ルブ44を介して前記の図示しないブロウに接続さ
れている。

ハウジング14は、複数本の支柱45を介してペー

ス46に支持され、このベース46に第1スピンドル
チャック2を回転する前述のモータ7が取り付けら
れている。ベース46に立設されたリフター昇降用エ
アシリンダ47のピストンロッド47aは、第1処理
室1の底板部1bに貫通固定されたガイド筒48を
貫通し、その上端が前述の昇降プレート10に固定
されている。ピストンロッド47aは有孔板42を貫
通している。

リフター3を構成する複数のリフターロッド3
aは、第1スピンドルチャック2を貫通して上下動し、
上昇により第1スピンドルチャック2の上面よりも上
方に突出する一方、下降により第1スピンドルチャ
ック2の下面よりも下方に退出するように構成され
ている。

リフターロッド3aと第1スピンドルチャック2の
貫通部分との位置合わせをするために次のような
機構が設けられている。

すなわち、第1スピンドルチャック2の回転軸4の
下端に円板49が固着され、第8図に示すように、
この円板49の周縁の1箇所に凹部49aが形成され、

この凹部49aに係合するロックピン51をピストン
ロッド52aの先端に設けた位置決め用エアシリン
ダ52がベース46に取り付けられている。

そして、凹部49aがロックピン51に丁度対向す
る位置にきたときにモータ7を停止するための光
学式の回転角センサ(図示せず)が設けられてい
る。

次に、第4図および第5図に基づいて第1スピ
ンドルチャック2の具体的構造について説明する。

第1スピンドルチャック2は、ヒータ53をサンドイ
ッチ状に挟んだ上板2aと下板2bとが周縁近傍
の円周上において複数のボルト54で締め付け固定
され、上板2aと下板2bとにわたってリフター
3の各リフターロッド3aを貫通させるための貫
通孔2cが複数個(6個)形成されている。

上板2aに十字状に真空吸引路2dが形成され、
その真空吸引路2dから上板2aの表面に貫通す
る状態で基板Aを吸着保持するための複数(周方
向90度ごとの4つと中心の1つの合計5つ)の基
板吸引孔2eが形成され、下板2bに形成された

真空吸引路2 fと上板2 aの真空吸引路2 dとが縦方向の連通路2 gを介して気密的に連通接続されている。

2 h, 2 iは真空吸引路2 d, 2 fが上板2 a, 下板2 bの周端面に開口する部分を気密閉塞する栓である。

第1スピントラック2の中心近傍において、上板2 aに熱電対等の感温センサ55が埋め込まれ、そのリード線55 aおよびヒータ53のリード線53 aが下板2 bを貫通して下方に導出されている。

筒状の回転軸4の上端に外嵌固着された連結筒56の上端が第1スピントラック2の下板2 bに当接され、上板2 aおよび下板2 bを貫通する複数のボルト57によって第1スピントラック2と連結筒56とが固定されている。

連結筒56には下板2 bの真空吸引路2 fに連通する真空吸引路56 aが形成されている。56 bは栓である。また、回転軸4の外側には真空吸引路56 aに連通する真空吸引路4 aを形成するための外筒58が固着されている。

その内側の小さな円周上に孔10 bを形成し、さらにその内側のさらに小さな円周上に孔10 cを形成してある。これらの孔10 a, 10 b, 10 cは中心に向かって1列に並んでおり、そのような孔列が6組等配されている。

基板Aの大きさに応じて第1スピントラック2を交換するときに、ナット61を外し各リフターロッド3 aの取り付け位置(孔10 a, 10 b, 10 c)を変更するのである。なお、10 dは昇降プレート10を軽量化するための孔である。

次に、軸受部5の構造を第4図および第6図に基づいて説明する。

軸受部5は、フランジ部62 aがボルト63によって第1処理室1の底板部1 bに固定された筒状体62と、筒状体62の上部に内嵌されボルト64によって固定された蓋部65と、筒状体62の上下2箇所に装着され回転軸4を軸支するベアリング66, 67等から構成されている。

蓋部65には、回転軸4と外筒58との間の真空吸引路4 aに連通する真空吸引路65 aが形成され、

前記のリード線53 a, 55 aは連結筒56の内側を通り、回転軸4の内部に通線されている。第1スピントラック2は、基板Aの大きさによって交換するものであり、ボルト57の操作によって第1スピントラック2を連結筒56に対して着脱自在に構成してある。

これに伴って、第1スピントラック2から導出されたリード線53 a, 55 aも回転軸4に通線されているリード線59に対して接続分離自在とすることがあり、リード線53 a, 55 aとリード線59とがコネクタ60によって接続されている。

また、第1スピントラック2の交換に伴ってリフター3のリフターロッド3 aの位置を調整する必要がある。このため、リフターロッド3 aの下端のネジ部3 bを昇降プレート10の孔10 aに貫通させナット61で固定するように構成することによってリフターロッド3 aを着脱自在なものとしている。

昇降プレート10には、第6図に示すように、大きな径の円周上に形成された前記の孔10 a以外に、

この真空吸引路65 aは図示しない経路を介して図示しない真空ポンプに接続されている。

次に、第1方法の第2, 第3過程あるいは第2方法の第二～第四過程を実行する湿式洗浄装置Yの構造について説明する。

第9図は基板の湿式洗浄装置Yの全体的な概略構成図である。

第2スピントラック68を収納する第2処理室69は、周壁部69 aと円錐状の底板部69 bと天板部69 cとから構成されている。天板部69 cには芯部69 dが形成されている。

直径方向で対向する状態で基板搬入口70 aと、基板搬出口70 bとが第2処理室69の周壁部69 aに形成され、上下スライドにより搬入口70 a, 搬出口70 bを開閉するシャッター71 a, 71 bが設けられている。シャッター71 a, 71 bの駆動機構(図示せず)は乾式洗浄装置Xの場合と同様である。

第2処理室69の周壁部69 aの外側において、基板搬入口70 aを通して基板Aを第2処理室69内に搬入する基板搬入機構(図示せず)と、基板搬出

口70bを通して第2処理室69から外部に基板Aを搬出する基板搬出機構(図示せず)とが、乾式洗浄装置Xの場合と同様に設けられている。これら基板搬入機構と基板搬出機構の構造は第7図に示したものと同一である。

第2スピンドルチャック68も水平回転するもので、その回転軸72は、鉛直方向に延び、第2処理室69の円筒状の底板部69bの中央部を回転自在、かつ、昇降自在な状態で貫通している。この回転軸72は図示しないモータにより回転され、かつ図示しないエアシリンダによって昇降されるように構成されている。

第2スピンドルチャック68には直径方向に対向した位置に高いピン73aと低いピン73bとが立設され、その内側に基板保持用の突起74が取り付けられている。

第2スピンドルチャック68について一点鎖線で示した下方の位置は原点位置である。実線で示した位置は搬入口70aから搬入されてきた基板Aを受け取り、また、その位置から搬出口70bを通して基

板Aを外部に搬出する受け渡し位置であるとともに、第2スピンドルチャック68の回転を許容する位置でもある。

第2スピンドルチャック68に対して搬入されてきた基板Aは高いピン73aと低いピン73bとの間に落とされ、突起74によって搬送支持される。第2スピンドルチャック68について二点鎖線で示した上方の位置は基板Aに対する紫外線照射位置である。

第2処理室69の窓部69dの上方近傍に第2紫外線照射ランプ75が配置され、このランプ75と窓部69dとの間にコンデンサレンズ76が介在されている。

第2スピンドルチャック68を二点鎖線で示す位置まで上昇させるのは、基板Aをできるだけ第2紫外線照射ランプ75に接近させて紫外線エネルギーを有効に基板Aの表面に照射するためである。また、コンデンサレンズ76を設けて紫外線を集光するのも同じ理由による。

第2処理室69の周壁部69aの上端近傍には、実線位置にある基板Aの表面に対して、硫磺と過酸

化水素の混合液等のレジスト剥離液RWを噴射供給するレジスト剥離液噴射ノズル77と、同じ実線位置にある基板Aの表面に対して純水等の洗浄液CWを噴射供給する洗浄液噴射ノズル78とが取り付けられている。底板部69bの斜面下端には、レジスト剥離液RW、洗浄液CWを排出するドレイン79が設けられている。

また、第2処理室69の周壁部69aの上端には窒素ガス等の不活性ガス導入口80が配置され、直径方向で対向した位置に排気口81が設けられている。

次に、この実施例の基板の乾式洗浄装置Xの動作を順を追って説明する。

初期状態において、既に、位置決め用エアシリンダ52が伸長してロックピン51が円板49の凹部49aに係合され、回転軸4、第1スピンドルチャック2の回転が規制されている。この状態では、各リフターロッド3aが、第1スピンドルチャック2の各貫通孔2cと位置合わせされている。

また、初期状態において、リード線59、53aを介してヒータ53に通電され、第1スピンドルチャック

2が加熱された状態にある。加熱温度は感温センサ55による温度検出に基づいて所定の温度に維持される。その温度は通常、200℃以上、300℃以下である。

ピニオンギヤ23aを駆動してシャック22aを下降させ基板搬入口21aを開く。他方の基板搬出口21bはシャック22bによって閉塞されている。

置体昇降用エアシリンダ15を伸長させて置体13を上昇させ、置体13の下面と第1スピンドルチャック2の上面との間に基板搬入機構24aの第2アーム27が進入し得る空間を確保する。

基板搬入機構24aにおける第2アーム27に基板Aを搬送し真空チャック口29からの真空吸引によって基板Aを保持させる。モータ25を駆動することにより、第1アーム26、第2アーム27を変位させて第2アーム27上の基板Aを基板搬入口21aからハウジング14内に搬入し、第1スピンドルチャック2の真上に基板Aがきたタイミングでモータ25を停止する。

リフター昇降用エアシリンダ47を伸長させると、

リフター3を構成する複数本のリフターロード3aが第1スピンドルチャック2の貫通孔2cを通り、その上端部が第1スピンドルチャック2の上面よりも上方に突出して基板搬入機構24aの第2アーム27の高さ位置に達する。このタイミングで真空チャック口29からの真空吸引を解除する。

リフターロード3aは引き続き上昇し、第2アーム27上の基板Aを複数本のリフターロード3aの上端で受け取る。

モータ25を逆方向に駆動して第2アーム27を基板搬入口21aから遠ざかせ、次いで、ピニオンギヤ23aを逆転駆動してシャック22aを上昇させ基板搬入口21aを閉塞する（以上、ステップS1に相当）。

リフター昇降用エアシリンダ47を収縮してリフター3のリフターロード3aをその上端部が第1スピンドルチャック2の下面よりも下方にくるまで退出させる。これは、後工程での第1スピンドルチャック2の回転の妨げにならないようにするためである。

シリンダ51を円板49の凹部49aから離脱し回転軸4をフリーの状態にする。

次いで、モータ7を回転することにより、プーリー8、伝動ベルト9、プーリー6を介して回転軸4、第1スピンドルチャック2を回転し、第1スピンドルチャック2に吸着保持されている基板Aを回転する。

また、バルブ31、34を開き、酸素ポンプ30からオゾン発生器35に酸素を供給するとともに、オゾン発生器35の電源を投入して供給されてきた酸素をオゾンに変換し、オゾン導入管36を介してオゾン導入口16から蓋体13の上下の石英製の薄板13d、13e間に所要流量のオゾン进行供給する。

なお、バルブ31、34は常時開けておいて、オゾン導入口16へオゾン进行供給しない間、オゾン排出用の排気ダクトを設けておいて、そこへオゾン进行排出するようにしておいてもよい。

オゾンは、下側の薄板13eに形成されたオゾン拡散孔13fを介して第1スピンドルチャック2に吸着保持され回転している基板Aの表面に供給される。

リフターロード3aの上端部が第1スピンドルチャック2の上面位置を通過したときにリフターロード3a上の基板Aが第1スピンドルチャック2の上面に移載される。

第1スピンドルチャック2は既にヒータ53によって所定温度に加熱されているため、基板Aは第1スピンドルチャック2の上面への移載直後から加熱され始める。これによって、基板Aの表面のレジスト膜が熱分解し始める。このレジスト膜の熱分解は、次工程でのレジスト膜の分解除去を促進する（以上、ステップS2に相当）。

蓋体昇降用エアシリンダ15を収縮させて蓋体13を下降させ、蓋体13の閉止用筒体18の下面を第1処理室1の上端のパッキング11に圧着して第1処理室1を密閉する。

次いで、図外の真空ポンプを駆動して真空吸引路65a、4a、56a、2f、連通路2g、真空吸引路2dを介して基板吸着孔2eに負圧をかけ、基板Aを第1スピンドルチャック2上に吸着保持する。

位置決め用エアシリンダ52を収縮してロックピ

このオゾン供給と同時に図外のブロワを駆動し排気ダクト41を介して排気チャンバ40を負圧にし、第1処理室1内から不測にオゾンが室内に漏れ出すのを防止する。また、バルブ44も開けておく（以上、ステップS3に相当）。

次に、第1紫外線照射ランプ19を点灯して回転中の基板Aの表面に対して前記のオゾン供給とともに紫外線の照射を行う。

照射した紫外線によってオゾンO₃は活性化された酸素原子Oに分解され、この酸素原子Oにより基板Aの表面のレジスト膜を形成している有機物を酸化し、CO₂、H₂O等に変化させて基板Aから分離除去する。生成したCO₂、H₂O等のガスは排気ダクト43を介して室外に排出される。

なお、前記酸化反応において、紫外線および熱は有機物の分解および有機物と活性化された酸素原子Oとの結合を促進する作用がある。

基板Aを回転しながら紫外線を照射するので、レジスト膜全面に対する均一な照射が可能である（以上、ステップS4に相当）。

また、従来例のように紫外線によって空気中の酸素からオゾンを生産させるのではなく、最初からオゾンのかたちでレジスト膜に対して直接的に供給するから、供給オゾン量が充分でレジスト膜とオゾンとの接触頻度が高く、レジスト膜の分解除去速度が速くなる。

また、従来例のように第1スピチャック2を上下方向に揺動させるための機構は不要であり、構造の簡素化に役立っている。

回転する基板Aに対してオゾン供給と紫外線照射とを同時的に行う過程(ステップS4)で前述のようにレジスト膜が次第に分解除去されていく。その分解除去の程度(レジスト膜の膜厚の減少量)は表面処理終点検出手段20からの信号によって監視されており、分解除去が完了したとき(膜厚がほぼゼロになったとき)の表面処理終点検出手段20からの完了信号によってオゾンの供給を停止する。すなわち、オゾン発生器35の電源をオフするとともにバルブ31、34を閉止する。

なお、オゾン発生器35の電源をオフせず、かつ

上、ステップS7に相当)。

次に、蓋体昇降用エアシリンダ15を伸長させて蓋体13を上昇させ、第1処理室1を開放する。そして、モータ7の回転を低速に切り換える。図示しない光学式の回転角センサが回転軸4の下端の円板49の所定回転位相を検出したときにモータ7が停止される。これによって、円板49の凹部49aがロックピン51に丁度対向する位置で停止する(以上、ステップS8に相当)。

次いで、基板吸着孔2eにかけていた負圧を解除し、基板Aに対する吸着保持を解除する。

そして、位置決め用エアシリンダ52を伸長してロックピン51を円板49の凹部49aに係合して回転軸4、第1スピチャック2の回転を規制する。これによって、リフター3を構成する各リフターロッド3aが、第1スピチャック2の各貫通孔2cと位置合わせされる。

リフター昇降用エアシリンダ47を伸長させてリフター3の複数本のリフターロッド3aを第1スピチャック2の貫通孔2cを通してその上端部

バルブ31、34を閉止せず、オゾンの生成を続行して、オゾンを排気するためのオゾン排気ダクトを設け、そこへ排気するようにしてもよい。

オゾン供給停止の後も紫外線の照射を所要時間 にわたって継続することにより、基板Aの表面の界面に残留しているレジスト膜を引き続き分解除去する(以上、ステップS5に相当)。

前記所要時間の経過後、第1紫外線照射ランプ19を消灯する。ただし、ヒータ53に対する通電は継続しておく(以上、ステップS6に相当)。

次いで、バルブ38を開けて不活性ガスボンベ37から不活性ガス導入管39を介して不活性ガス導入口17から蓋体13の上下の石英製の薄板13d、13e間に所要流量の不活性ガス(例えば、窒素ガス)を供給する。

この不活性ガスは、下側の薄板13eに形成されたオゾン拡散孔13fを介して第1処理室1内に流入し、第1処理室1内に残留しているオゾンや第1処理室1内で生成されたCO₂、H₂O等のガスを排気ダクト43を介して室外に排気する(以

て第1スピチャック2の上面よりも上方に突出させる。すると、第1スピチャック2上の基板Aが複数本のリフターロッド3aに移載される。リフターロッド3aはさらに上昇し、所定の位置で停止する。

ピニオンギヤ23bを駆動してシャック22bを下降させ基板搬出口21bを開く。基板搬出機構24bにおけるモータ25を駆動することにより、第1アーム26、第2アーム27を変位させて第2アーム27の先端をリフターロッド3aに支持されている基板Aの下方に導入させ、モータ25を停止する。

次いで、真空チャック口29からの真空吸引によって基板Aを第2アーム27に吸着保持させる。

リフター昇降用エアシリンダ47を収縮してリフターロッド3aをその上端部が第1スピチャック2の下面よりも下方にくるまで退出させる。リフターロッド3aの下降によっても基板Aは第2アーム27に吸着保持された状態を保つ。

基板搬出機構24bにおけるモータ25を逆方向に駆動して第2アーム27を基板搬出口21bから退避

させることにより、基板Aを乾式洗浄装置Xにおけるハウジング14の外部に搬出する。

次いで、ピニオンギヤ23bを逆転駆動してシャック22bを上昇させ基板搬出口21bを閉塞する（以上、ステップS9に相当）。

以上の乾式洗浄装置Xにおける乾式洗浄過程に引き続いて、湿式洗浄装置Yにおける湿式洗浄過程に移行する。

すなわち、湿式洗浄装置Yにおける第2処理室69内の第2スピチャック68は、予め一点鎖線で示す原点位置で待機している。

図示しないモータを駆動してシャック71aを下降させ基板搬入口70aを開く。他方の基板搬出口70bはシャック71bによって閉塞されている。

乾式洗浄装置Xから搬出され図示しない基板搬入機構の第2アーム27に吸着保持された基板Aを基板搬入口70aから第2処理室69内に搬入し、第2スピチャック68の真上に基板Aがきたタイミングでモータ25を停止する。

図示しないエアシリンダの駆動によって回転軸

（以上、ステップS10-1に相当）。所要時間が経過するとレジスト剥離液RWの供給を停止する（以上、ステップS10-2に相当）。

この場合、レジスト剥離液RWとしては、例えば、80℃以上の硫酸と過酸化水素との混合液を使用したり、硫酸以外の物質（例えば、アンモニア）と過酸化水素との混合液を使用したりする。

第1方法においては、このレジスト剥離液RWの供給は行わない。

そして、第1方法においては、基板搬入機構の第2アーム27を第2処理室69から退出させ、シャック71aで基板搬入口70aを閉塞（ステップS10）した後、また、第2方法においては、レジスト剥離液RWの供給を停止（ステップS10-2）した後、次の湿式洗浄過程に進む。

すなわち、第2スピチャック68の回転移行によって基板Aを回転させながら洗浄液噴射ノズル78から基板Aの表面に向けて洗浄液CWを噴射供給することにより、基板Aを1次的に洗浄処理する（以上、ステップS11に相当）。所要時間が経

72を上昇させて第2スピチャック68を実置位置まで上昇させることにより、高いピン73aと低いピン73bとが基板Aの外側に位置する状態とする。そして、真空チャック口29からの真空吸引を解除し、基板Aを突起74で受け取る。

モータ25を逆方向に駆動して第2アーム27を基板搬入口70aから退避させ、次いで、シャック71aを上昇させ基板搬入口70aを閉塞する（以上、ステップS10に相当）。

ここで、第2方法においては、第2スピチャック68の回転によって基板Aを回転させながらレジスト剥離液噴射ノズル77から基板Aの表面に向けてレジスト剥離液RWを噴射供給することにより、前段の乾式洗浄装置Xにおける活性化された酸素原子Oによるレジスト膜分解除去では完全に除去されず基板Aの表面に残留しているレジスト膜、あるいは、乾式洗浄装置Xにおけるレジスト膜分解除去を意図的に途中段階までとして基板Aの表面に残留させたレジスト膜を、湿式方式によって実質的に完全に近い状態まで剥離除去する

過すると洗浄液CWの供給を停止する（ステップS12に相当）。

なお、この湿式洗浄過程においては洗浄液CWとして純水を噴射供給するのが普通であるが、必要に応じて、純水を噴射供給する前に、アンモニアと過酸化水素と純水の混合液を基板Aの表面に噴出供給し、洗浄液噴射ノズル78に周波数が800kHz以上の超音波振動を与えることにより、換言すれば、アンモニアと過酸化水素との混合水溶液によるいわゆるメガソニック洗浄を行うことにより、基板Aの表面に残留している微細粒子をも確実に洗浄除去することができる。

次いで、回転軸72を上昇することにより第2スピチャック68とともに基板Aを上方の二点鎖線で示す位置まで上昇させる。そして、第2紫外線照射ランプ75を点灯して回転中の基板Aの表面に対して紫外線の照射を行う。この紫外線はコンデンサレンズ76によって集光されエネルギー密度が高められた状態で基板Aに照射される。

紫外線の中心波長は、184.9 nmであり、金属

粒子等の無機物を活性化する。紫外線の波長が短いほどエネルギーが大きくなるので、短い波長が好ましい。また、均一照射のためには基板Aを回転させるのが良い。

なお、不活性ガス導入口80から窒素ガス等の不活性ガスを第2処理室69内に導入することにより、紫外線で活性化された酸素原子O等の気体を排気口81より外部に排出するのが好ましい(以上、ステップS13に相当)。

なお、上記(ステップS13)において、基板Aの表面に付着した無機質イオンの結合力以上のエネルギーを与えることができる場合には、上昇によって基板Aを第2紫外線照射ランプ75に近接させたり、コンデンサレンズ76によって紫外線を集光したりする必要はない。

所要時間が経過すると紫外線の照射を停止する(ステップS14に相当)。

基板Aの回転を継続したままで回転軸72を下降させ、第2スピンドルチャック68とともに基板Aを実線位置まで下降させる。なお、一旦、基板Aの回

転を停止してから回転軸72を下降させ、それから回転させてもよい。

そして、洗浄液噴射ノズル78から純水を基板Aの表面に向けて噴射供給することにより、基板Aの表面に残留している金属粒子等の無機物を洗浄除去する。この洗浄過程において、必要に応じて洗浄液噴射ノズル78に超音波振動子を付設しておき、800kHz以上の周波数の超音波振動を純水に付加して洗浄効率を高めるようにしてもよい。

なお、この洗浄過程においても紫外線を照射し続けると、水が分解した水酸化イオンと、基板Aの表面の無機質イオン、例えば、ナトリウムイオンとが結合して水酸化ナトリウムとなるため、純水によって除去すること、あるいは、第2スピンドルチャック68の回転によって除去することが一層効果的となる(以上、ステップS15に相当)。

次に、第2スピンドルチャック68を高速回転させることにより基板Aに大きな遠心力を働かせ、基板Aの表面に付着している洗浄液、純水を吹き飛ばして基板Aを乾燥させる(スピンドライ)。

このスピンドライの過程では、乾燥用紫外線ランプ、特にシリコンウエハが吸収しやすい1.2μmの波長域の紫外線を照射したり、第2処理室69を減圧したりすることにより乾燥速度を速めることが好ましい。回転乾燥過程によって、レジスト膜内にめり込んでいた無機物はもとよりレジスト膜内に広く分散混入していた金属粒子等の無機物をも洗浄除去することができる(以上、ステップS16に相当)。

以上のように、乾式洗浄装置Xにおいて基板Aの表面のレジスト膜を分解除去し、湿式洗浄装置Yにおいて無機物を洗浄除去することが効果的に行われる。

なお、第1図または第2図のフローチャートにおいて、ステップS4とステップS5のいずれか一方を省略して実施する場合も本発明に含まれる。

また、第2処理室69の上方から基板Aを吊り下げ、基板Aの下方からレジスト剝離液RW、洗浄液CWを噴射供給してもよい。第1、第2スピンドルチャック2、68のチャックの構造としては、真空

吸着方式のほか、挟持ピンによる挟持その他の構造であってもよい。

第2スピンドルチャック68を第2紫外線照射ランプ75に近接させるために第2スピンドルチャック68を昇降自在としてあるが、乾式洗浄装置Xにおけるのと同様に第2紫外線照射ランプ75の方を昇降自在としてもよい。

また、乾式洗浄装置Xと湿式洗浄装置Yとを並設するのではなく、乾式洗浄装置X自体において、筐体13にレジスト剝離液噴射ノズル77や洗浄液噴射ノズル78を設け、レジスト膜の分解除去後、筐体13が上昇した段階で基板Aの表面にレジスト剝離液RW、洗浄液CWを噴射するように構成してもよい。

また、第1紫外線照射ランプ19を十分に冷却することができるのであれば、2枚の石英製の薄板13d、13eのうち上側の薄板13dを省略し、オゾン導入口16、不活性ガス導入口17を透明板13bと下側の薄板13eとの間に配置してもよい。

さらに、下側の薄板13eも省略するとともに、

紫外線照射ランプ19を複数本水平方向に列設し、かつそれらの紫外線照射ランプ19と透明板13bとの間にオゾン導入口16および不活性ガス導入口17を配置することによって、紫外線照射ランプ相互間のスリット状の隙間から、オゾンや不活性ガスを供給するようにしてもよい。こうすることにより、オゾン導入口16から基板Aまでの距離および紫外線照射ランプ19と基板Aとの距離が短くなり、レジスト膜を分解除去する効率を高められる。

レジスト膜を分解除去する際のレジスト膜の膜厚の変化を検出する他の手段として、レジスト膜を透過する波長の光を基板に照射し、その反射光または透過光の強度を検出し、その時間的変化の基準周期をもった成分の基準周期に応じた時間差分値を求め、それを所定の閾値と比較し、その結果に基づいてレジスト膜除去終了点を検出する手段を挙げることができる。

レジスト膜の膜厚の大小に応じて、オゾン供給量を自動的に調整するように構成すれば、レジスト膜の分解除去時間を膜厚変化にかかわらず、常

いた無機物の他に、レジスト膜内にめり込んでいた無機物や、もともとレジスト中に分散混入していた金属粒子等の無機物まで、きわめて効率良く除去することができる。

(ロ) 前記第1過程は、基板を加熱するとともに基板を回転させるから、レジスト膜の分解除去を短時間、かつ、基板表面の全面にわたって均一に行うことができる。

(ハ) 前記第3過程は、基板を高速回転させ遠心力によって基板上の洗浄液を吹き飛ばすので基板の乾燥を高速度に行える。

また、本発明の第2の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、上記(イ)～(ハ)に加えて、次の(ニ)の効果が発揮される。

(ニ) 第一過程(上記の第1過程と同じ)の乾式レジスト膜分解除去によってもなお基板表面に残留した、または残留させたレジスト膜を、レジスト剥離液の供給によって湿式で剥離除去する過程(第二過程)を含むことから、レジスト膜の分解除去を実質的に完璧に近いものとできるとも

にはば一定にすることができる。

上記実施例では、リフターロード3aを第1スピンドル2の上下にわたって昇降するのに、第1スピンドル2に貫通孔2cを形成したが、貫通孔2cに代えて切欠き溝を形成してもよい。

<発明の効果>

本発明の第1の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、次の(イ)～(ハ)の効果が発揮される。

(イ) 基板の表面に対しオゾン供給または紫外線照射の少なくともいずれか一方を行うことにより基板表面のレジスト膜を分解除去する第1過程の後に、基板表面の無機物を洗浄除去する第2過程と、基板上の洗浄液を液切り乾燥する第3過程を行うから、レジスト膜内にめり込んでいた無機物やもともとレジスト中に分散混入していた金属粒子等の無機物は、第1過程においてレジスト膜が分解されることにより基板表面に露出させておいてから、それを洗浄除去する第2過程を行うので、きわめて効果的に除去できる。

すなわち、レジスト膜やレジスト膜に付着して

に、その結果として、レジスト膜に付着していた無機物、レジスト膜内にめり込んでいた無機物、もともとレジスト中に分散混入していた金属粒子等の無機物の除去を一層効率良く行うことができる。

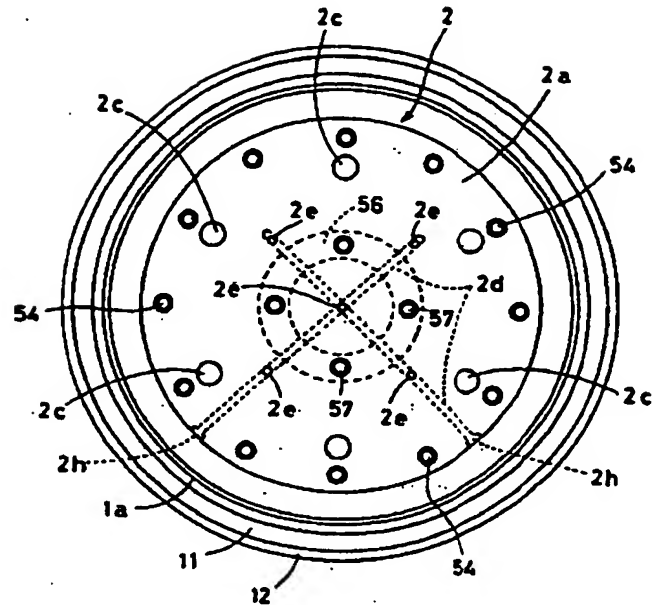
4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第9図は本発明の実施例に係り、第1図は第1の基板のレジスト除去洗浄方法のプロセスの一例を示すフローチャート、第2図は第2の基板のレジスト除去洗浄方法のプロセスの一例を示すフローチャート、第3図は乾式洗浄装置の全体的な概略構成図、第4図は乾式洗浄装置の要部の拡大断面図、第5図は第4図におけるV-V線矢視の平面図、第6図は第4図におけるVI-VI線矢視の断面図、第7図は基板搬入機構、基板搬出機構の斜視図、第8図はスピンドルのロック機構を示す平面図、第9図は湿式洗浄装置の概略構成図である。

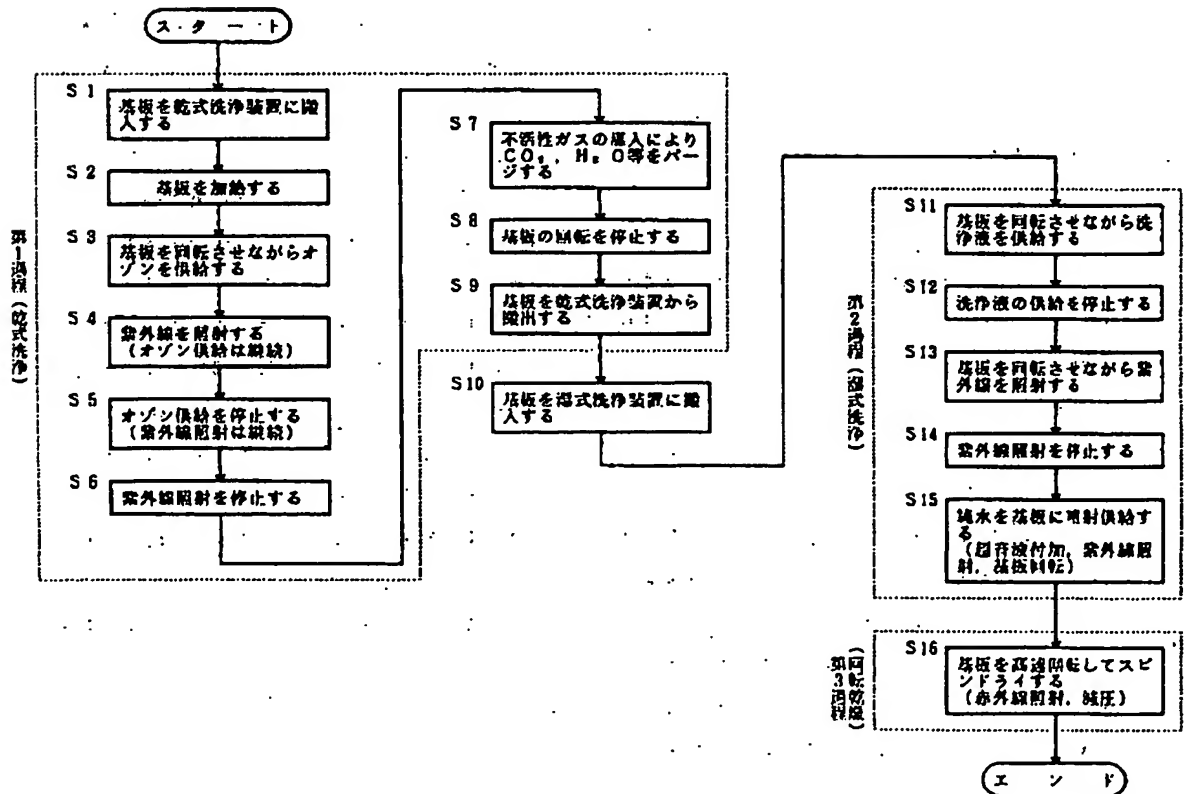
第10図は従来例について問題点を指定するための説明図である。

- A…基板
 CW…洗浄液
 RW…レジスト剥離液
 X…乾式洗浄装置
 Y…湿式洗浄装置
 1…第1処理室
 2…第1スピンドラック
 16…オゾン導入口
 19…第1紫外線照射ランプ
 35…オゾン発生器
 53…ヒータ
 68…第2スピンドラック
 69…第2処理室
 75…第2紫外線照射ランプ
 77…レジスト剥離液噴射ノズル
 78…洗浄液噴射ノズル
 出願人 大日本スクリーン製造株式会社
 代理人 弁理士 杉谷 勉

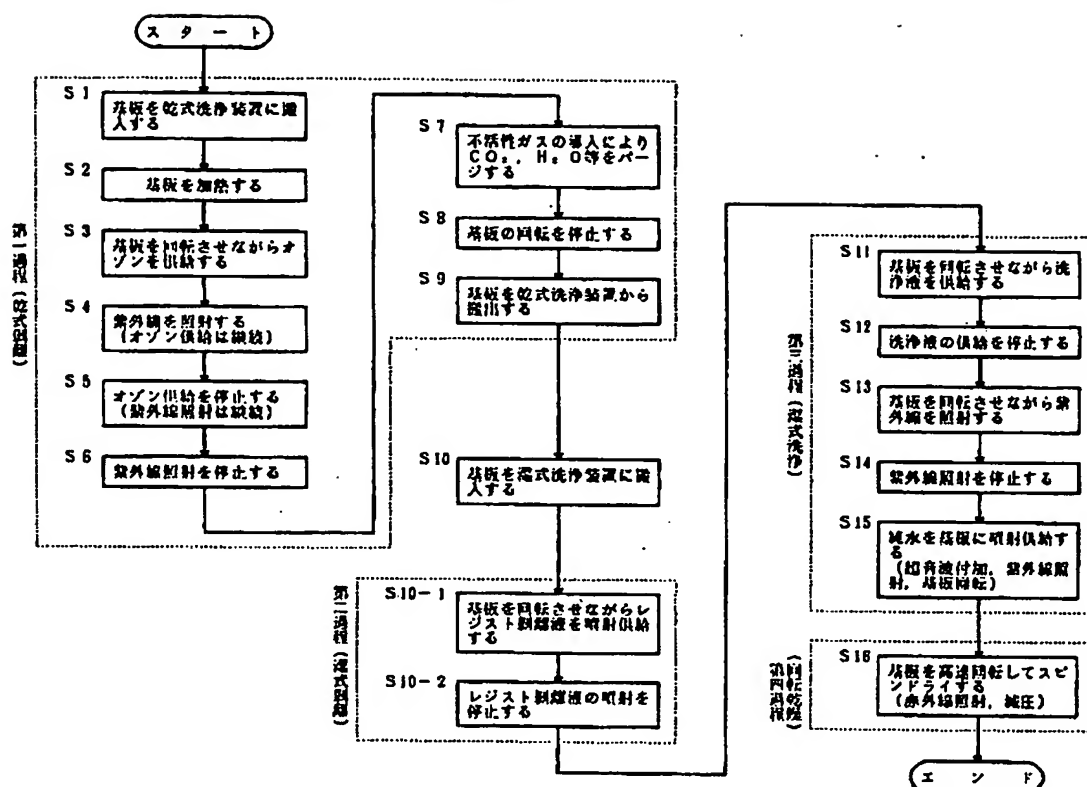
第 5 図



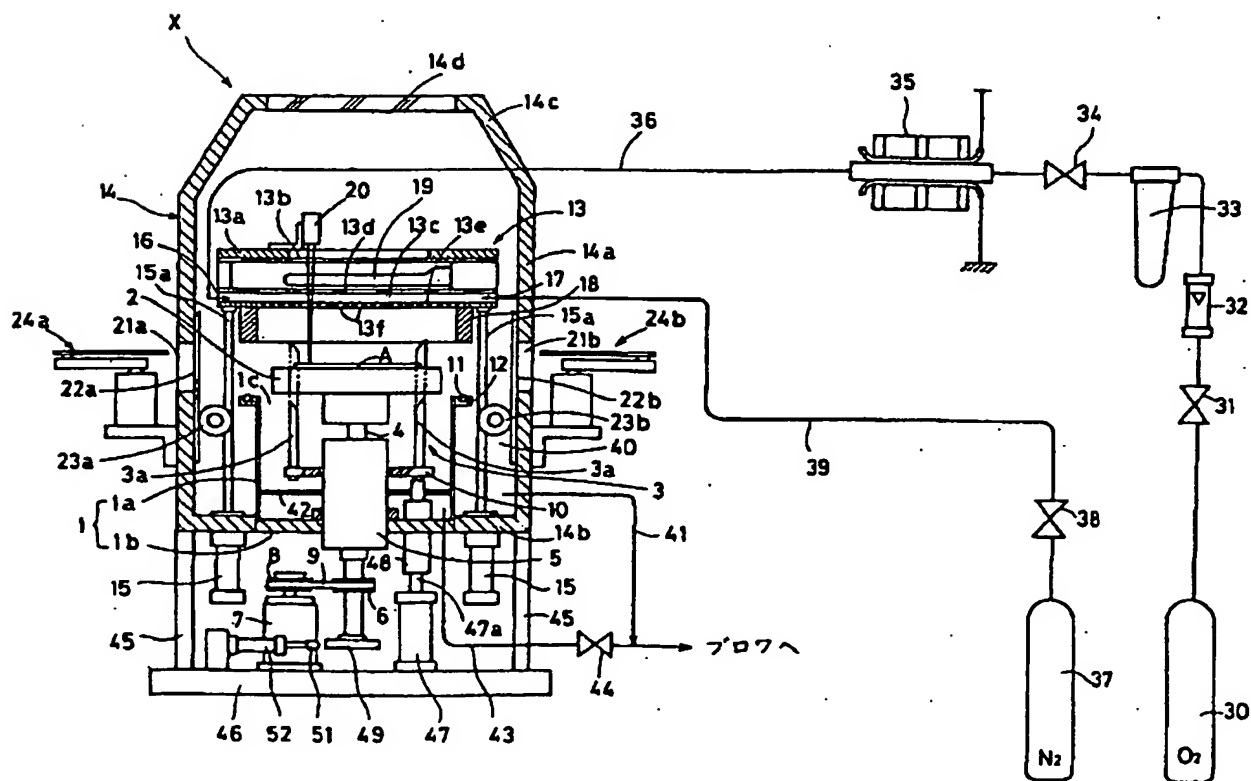
第 1 図



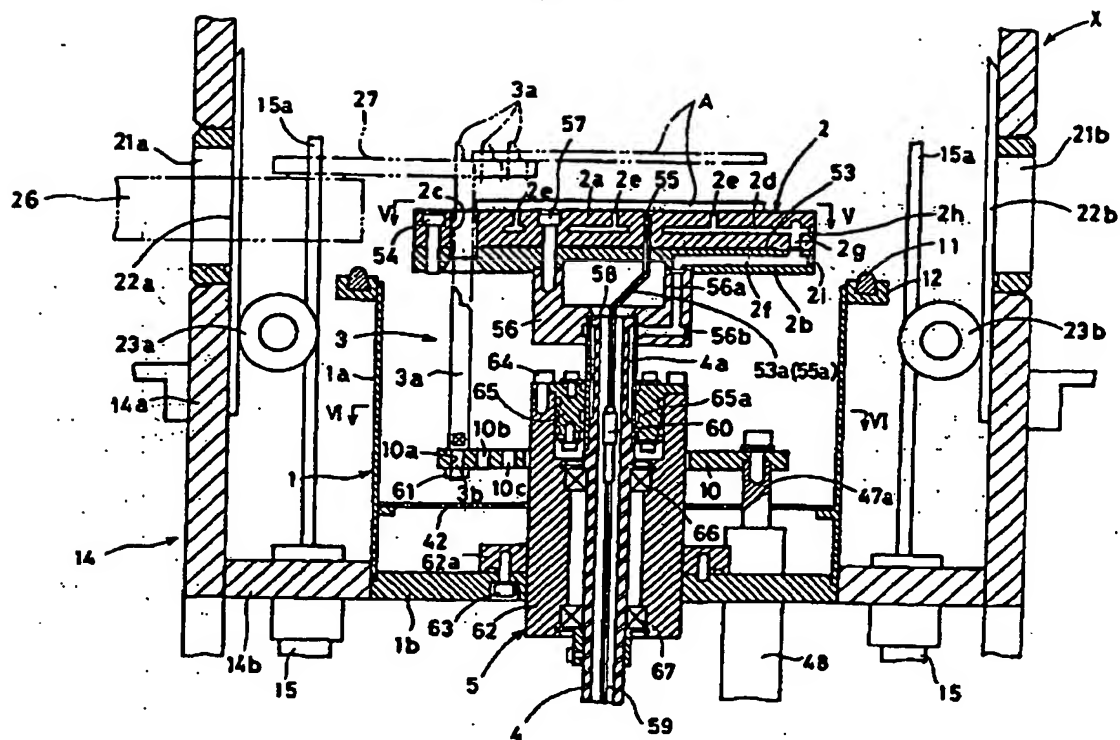
第 2 図



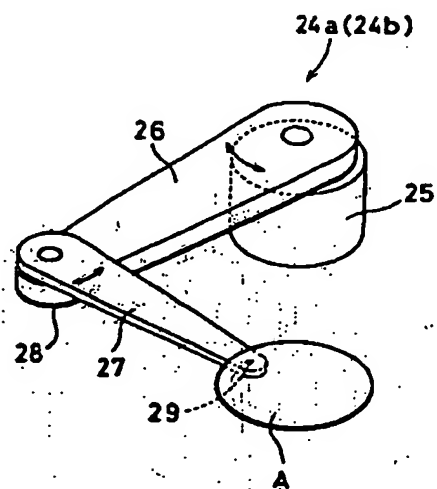
第 3 図



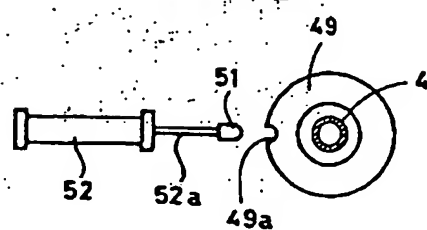
第 4 頁



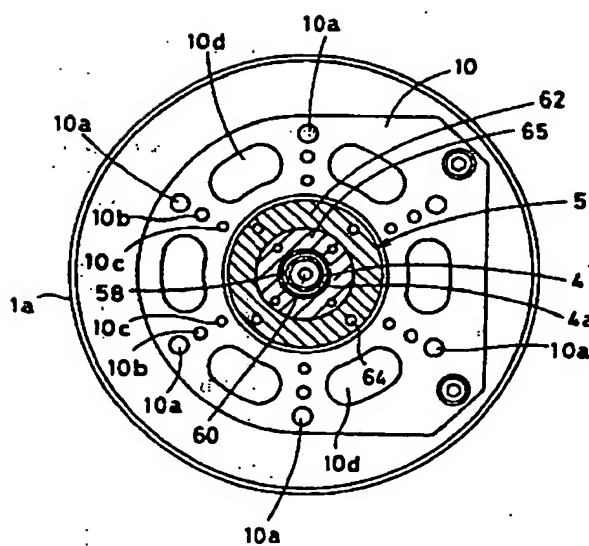
第 7 圖.



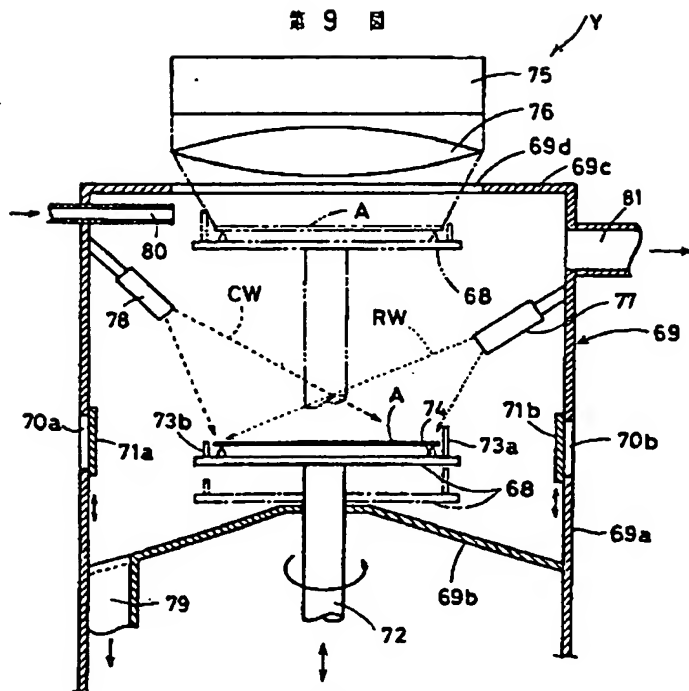
第 8 區



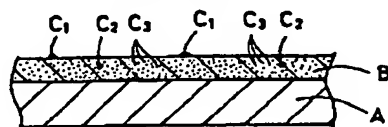
第 6 题



第 9 回



第 10 回



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.